

Regionalização da Área de Atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1678-1961

Dezembro, 2015

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 99

Regionalização da Área de Atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER

Marcos Aurélio Santos da Silva
Márcia Helena Galina Dompieri
Andreia Vieira Santos
Márcio Rogers Melo de Almeida
Sonise dos Santos Medeiros

Aracaju, SE
2015

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250

49025-040 Aracaju, SE

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.cpatc.embrapa.br

www.embrapa.com.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, Josué Francisco da Silva Junior, João Gomes da Costa, Julio Roberto de Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Capa: *Carta náutica, de João Teixeira Albernaz I. [1620-1640]. Portugal, Torre do Tombo, Coleção Cartográfica, n.º 198. Disponível em: <<http://antt.dglab.gov.pt/exposicoes-virtuais-2/santos-e-beatos-portugueses/>>. Acesso em: 20 dez. 2015.*

1ª Edição (2015)

On-line (2015)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Regionalização da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER / Marcos Aurélio Santos da Silva ... [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

32 p. il; color. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 99).

Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>>

1. Zoneamento. 2. Área espacial. 3. Algoritmo SKATER. 4. Embrapa Tabuleiros Costeiros. I. Silva, Marcos Aurélio Santos da. II. Dompieri, Márcia Helena Galina. III. Santos, Andreia Vieira. IV. Medeiros, Rogers Melo de. V. Sonise dos Santos. VI. Série.

Sumário

Resumo	4
Abstract	5
Introdução	6
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	18
Conclusões	30
Referências	31

Regionalização da Área de Atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER

Marcos Aurélio Santos da Silva¹

Márcia Helena Galina Dompier²

Andreia Santos Vieira³

Márcio Rogers Melo de Almeida⁴

Sonise dos Santos Medeiros⁵

Resumo

O objetivo do presente estudo foi realizar a regionalização espacial da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros empregando-se o algoritmo *Spatial 'K' luster Analysis by Tree Edge Removal* (SKATER). O estudo de caso contemplou 570 municípios, sendo utilizadas 70 variáveis disponibilizadas no Atlas de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), ano de referência 2010, e no Censo Agropecuário 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por retratarem a realidade socioeconômica urbana e rural da região. A regionalização permite a caracterização dos Tabuleiros Costeiros por meio da identificação de agregados homogêneos e zonas de variabilidades entre os diversos aglomerados espaciais municipais, corroborando a eficiência do algoritmo para o processamento de grandes volumes de dados.

Palavras-chave: análise exploratória espacial, partição de grafos, zoneamento

¹Analista de Sistemas, mestre em Computação Aplicada, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

²Graduada em Geografia e Tecnologia da Informática, doutora em Organização do Espaço, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

³Analista de Sistemas, mestre em Agroecossistemas, analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

⁴Economista, mestre em Sociologia do Desenvolvimento, analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

⁵Economista Doméstico, mestre em Ciências da Engenharia Ambiental, analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Regionalization of the Influence Region of the Embrapa Coastal Tablelands by the SKATER Algorithm

Abstract

The aim of this work was the spatial regionalization of the working region of the Embrapa Coastal Tablelands by the algorithm Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal (SKATER). The study comprises 570 municipalities, which are associated to 70 variables from the Human Development Atlas of the United Nations Development Programme (UNDP), year of reference 2010, and from the Census of Agriculture 2006 of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), which depict the urban and rural socioeconomic reality. The regionalization allows the characterization of the Coastal Tablelands by the identification of similar and dissimilar zones.

Index terms: exploratory spatial data analysis, graph partitioning, zoning.

Introdução

A elaboração de soluções para o desenvolvimento regional exige estudos exploratórios espaciais que auxiliem a caracterização de uma região e possibilitem a implementação de ações públicas e privadas mais bem ajustadas às realidades locais. No Brasil, observa-se diversas formas de se delimitar áreas homogêneas ou simplesmente de agrupar unidades geográficas contíguas para melhor desenvolver políticas públicas territoriais. Destacam-se as microrregiões do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), adotadas pelo Plano Nacional de Desenvolvimento Regional do Ministério da Integração Nacional (MIN) como unidade geográfica de intervenção, e as bacias hidrográficas, que são utilizadas como unidades fisiográficas pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA). O Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) adotou, desde 2003, por meio do seu Programa de Desenvolvimento Territorial, os Territórios Rurais como uma nova escala de gestão do espaço rural identificado com a agricultura familiar.

Alguns estados do Brasil também adotaram a regionalização como uma nova estratégia de governança. Os Territórios de Identidade da Bahia e os Territórios de Planejamento de Sergipe são exemplos bem-sucedidos de tipo de política pública. Evidentemente, há sobreposições entre os diversos recortes regionais ou territoriais. O município de Estância, SE, por exemplo, pertence, ao mesmo tempo, ao Território Rural Sul Sergipano, ao Território de Planejamento Sul de Sergipe, à bacia hidrográfica do Rio Piauí e à microrregião de Estância. Cada recorte auxiliará o desenvolvimento de um setor ou cadeia produtiva. Ou, simplesmente, auxiliará na otimização da gestão e do uso dos recursos públicos e privados.

Os critérios de elaboração dos recortes territoriais ou regionalização podem ser bastante objetivos, como no caso das bacias hidrográficas, que seguem a drenagem das águas fluviais, ou subjetivos, como no caso dos Territórios de Planejamento de Sergipe, em que se adotaram critérios de pertencimento, tradição e história local para determinar se um determinado município seria classificado nesse ou naquele território.

Silva et al. (2011) compararam a divisão estadual de Sergipe, segundo os seus Territórios de Planejamento, com uma regionalização assistida por meio de um método semiautomático de regionalização baseado em redes neurais artificiais. Esses autores mostraram que a partição semiautomática do estado de Sergipe atingiu quase os mesmos resultados da divisão segundo métodos subjetivos de pertencimento.

Os exemplos de regionalização acima implicam uma certa perenidade implícita da divisão territorial para que seja possível a elaboração e execução de políticas públicas e investimentos privados de longo prazo. Todavia, em alguns casos, é desejado regionalizar uma área ou região para intervenções de curto e médio prazos, como são as ações de transferência de tecnologia, pesquisa e inovação. Nesses casos, é importante que se utilize métodos quantitativos de regionalização, aliados aos métodos qualitativos, para aumentar a agilidade e a replicabilidade sobre a partição territorial, uma vez que as dinâmicas socioeconômicas e políticas dos espaços geográficos tornam-se cada vez mais dinâmicas e complexas (SAQUET, 2010; MATTEO et al., 2013; SILVA, 2015).

Os estudos exploratórios de regionalização podem ser realizados com o emprego de técnicas multivariadas de análise de agrupamentos associadas a sistemas de informações geográficas para se levar em consideração as relações de proximidade entre as unidades geográficas. Os métodos de regionalização podem ser estatísticos, computacionais ou híbridos. Silva et al. (2010) utilizaram mapas auto-organizáveis de Kohonen para a detecção de subagregados espaciais no Território Rural Sul Sergipano. Henrique et al. (2012) adaptaram a rede neural SOM de forma a incluir a dependência espacial na formação dos grupos, criando, assim, grupos de unidades geográficas semelhantes (em termos dos atributos) e próximas no espaço. Assunção et al. (2006) desenvolveram uma técnica híbrida baseada na teoria de grafos e na estatística que permite a regionalização automática de regiões a partir de dados multivariados agregados por área, tendo aplicado na regionalização dos municípios de Minas Gerais (ASSUNÇÃO et al., 2002) e nos setores censitários da cidade de São Paulo (ASSUNÇÃO et al., 2006).

Pode-se, portanto, definir regionalização como a partição do espaço, organizado como um conjunto de objetos geográficos contíguos, em um conjunto c de regiões menores e homogêneas segundo algum critério de similaridade aplicado ao conjunto de atributos associado a cada objeto geográfico (setor censitário, município, microrregião). Apesar dos métodos de regionalização embutirem critérios bem definidos de similaridade e dissimilaridade entre as regiões (por exemplo, redução da variância intragrupo e aumento da variância intergrupo) a avaliação final da qualidade da regionalização dependerá da aplicação da mesma.

Este estudo teve como objetivo a regionalização espacial dos municípios que compõem a área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros empregando-se o algoritmo *Spatial 'K' luster Analysis by Tree Edge Removal* (SKATER). O estudo de caso contemplou 570 municípios como unidades geográficas de análise, sendo utilizadas como atributos 70 variáveis disponibilizadas no Atlas de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), ano de referência 2010, e no Censo Agropecuário 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por retratarem a realidade socioeconômica urbana e rural da região.

Material e Métodos

Área de estudo

Em 2015, a Embrapa Tabuleiros Costeiros, unidade descentralizada de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), estendeu sua área de atuação, que hoje conta com 570 municípios de sete estados do Nordeste (Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará), conforme está ilustrado na Figura 1. Essa nova área de atuação demanda estudos exploratórios sobre a distribuição espacial da atividade agropecuária, da renda, da população rural, da agricultura familiar, entre outros. Uma primeira estratégia seria dividir a área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros em sete partes, seguindo a divisão político-administrativa por unidade da federação. No entanto, essa estratégia de regionalização omitiria as semelhanças entre os municípios fronteiriços e não levaria em conta a dependência espacial dos processos socioeconômicos.

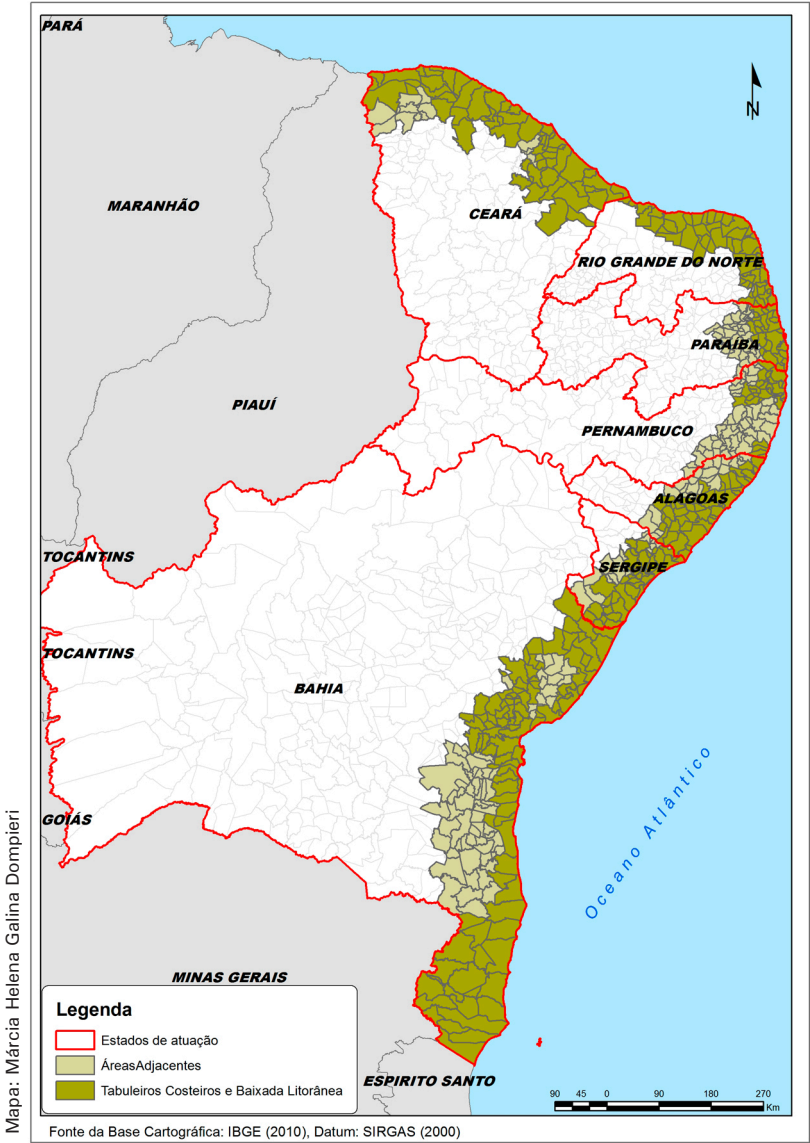


Figura 1. Área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Variáveis selecionadas

Para a regionalização espacial da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros foram selecionadas 70 variáveis, complementares entre si e não redundantes, disponíveis no Atlas de Desenvolvimento Humano do PNUD, ano de referência 2010, e no Censo Agropecuário 2006 do IBGE (Tabela 1). Procurou-se incluir o maior número de variáveis disponíveis cobrindo os aspectos socioeconômicos, as condições do produtor, do uso da terra, do pessoal ocupado e o tipo de atividade. Todas as variáveis foram padronizadas para o processamento do algoritmo de regionalização.

Tabela 1. Lista de variáveis estudadas referentes aos 70 atributos disponibilizados no Atlas de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), ano de referência 2010, e no Censo Agropecuário 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Aspectos	Ord	Variável	Sigla
Aspectos sociais e econômicos	1	Percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres	PRENDAAPRO
	2	Razão 10% mais ricos / 40% mais pobres	RAZAPOBRE
	3	Índice de Theil – L	THEIL
	4	Índice de Gini	GINI
	5	Percentual dos ocupados com fundamental completo - 18 anos ou mais	POCUFUND
	6	Percentual dos ocupados com médio completo - 18 anos ou mais	POCUMED
	7	Percentual dos ocupados com superior completo - 18 anos ou mais	POCUSUP
	8	Percentual da população em domicílios com água encanada	PPOPAGUA
	9	Percentual da população em domicílios com banheiro e água encanada	PPOPBANH
	10	Percentual da população em domicílios com coleta de lixo	PPOPCOLE
	11	Percentual da população em domicílios com energia elétrica	PPOPENER
	12	Percentual da população em domicílios com densidade > 2	PPOPDEN2
	13	Taxa unitária de população rural	POPRURAL
	14	Taxa unitária de população urbana	POPURBAN
	15	Mortalidade infantil	MORTLIDADE
	16	Mortalidade até 5 anos de idade	MORTATE5
	17	Probabilidade de sobrevivência até 40 anos	PROBBRE40
	18	Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM)	IDHM
	19	Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) - Renda	IDHMRENDA
	20	Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) – Longevidade	IDHMLONG
	21	Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) – Educação	IDHMEDU
	22	Probabilidade de sobrevivência até 60 anos	PROBBRE60
	23	Taxa de fecundidade total	FECUDIDADE
	24	Razão de dependência	RAZAODEP
	25	Taxa de envelhecimento	TENVELHE
	26	Taxa de analfabetismo - 11 a 14 anos	TANALFA
	27	Percentual de 18 a 20 anos com médio complete	P8020MEDIO
	28	Taxa de analfabetismo - 15 a 17 anos	TANAF1517
	29	Taxa de analfabetismo - 18 a 24 anos	TANAF1824
	30	Taxa de analfabetismo - 25 a 29 anos	TANAF2529
	31	Taxa de analfabetismo - 25 anos ou mais	TANA25MAIS
	32	Taxa de analfabetismo - 15 anos ou mais	TANA15MAIS
	33	Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais	TANA18MAIS
	34	Percentual de 18 a 24 anos com fundamental complete	P1824FUNDA
	35	Percentual de 25 anos ou mais com fundamental complete	P25MFUNDA
	36	Percentual de 25 anos ou mais com médio complete	P25MMEDIO
	37	Percentual de 25 anos ou mais com superior complete	P25MISSUPE
	38	Expectativa de anos de estudo	EXPAESTUDO
	39	Percentual de extremamente pobres	PEXTOBRES
	40	Percentual de pobres	PPOBRES
Condição do produtor	41	Taxa unitária de proprietários	PROPTARIO
	42	Taxa unitária de assentados sem titulação definitiva	ASSENTADO
	43	Taxa unitária de arrendatários	ARRETARIO
	44	Taxa unitária de parceiros	PARCEIRO
	45	Taxa unitária de ocupantes	OCUPANTE
	46	Taxa unitária de produtores sem área	PRODTERRA
Pessoal ocupado	47	Taxa unitária daqueles que residiam no estabelecimento	RESIDIAM
	48	Taxa unitária daqueles que sabiam ler e escrever	SABIAM
	49	Taxa unitária daqueles que recebiam salário	RECEBIAM
	50	Taxa unitária daqueles que tinham qualificação profissional	TINHAM
	51	Taxa unitária daqueles que trabalhavam somente em atividades não-agropecuárias	TRABALHA

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Aspectos	Ord	Variável	Sigla
Tipo de atividade	52	Taxa unitária de atividade agropecuária	AGRO
	53	Taxa unitária de atividade não-agropecuária	NAOAGRO
	54	Taxa unitária de atividade agropecuária e não-agropecuária	AGROAOAGRO
	55	Taxa unitária daqueles que não tinha atividade econômica fora do estabelecimento	NAOTINHA
Uso da Terra	56	Taxa unitária de lavouras – Permanente	LAVPERM
	57	Taxa unitária de lavouras – temporárias	LAVTEMP
	58	Taxa unitária de lavouras - área plantada com forrageiras para corte	LAVPLANT
	59	Taxa unitária de lavouras - área para cultivo de flores (inclusive hidroponia e plasticultura), viveiros de mudas, estufas de plantas e casas de vegetação	LAVFLOR
	60	Taxa unitária de pastagens – naturais	PASTNAT
	61	Taxa unitária de pastagens - plantadas degradadas	PASTPLANT
	62	Taxa unitária de pastagens - plantadas em boas condições	PASTBOA
	63	Taxa unitária de matas e/ou florestas - naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	MATPRES
	64	Taxa unitária de matas e/ou florestas - naturais (exclusive área de preservação permanente e as em sistemas agroflorestais)	MATNAT
	65	Taxa unitária de matas e/ou florestas - florestas plantadas com essências florestais	MATPLANT
	66	Taxa unitária de Sistemas agroflorestais - área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastoreio por animais	SAFS
	67	Taxa unitária de tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura	TANQUES
	68	Taxa unitária de construções, benfeitorias ou caminhos	CONSTR
	69	Taxa unitária de terras degradadas (erodidas, desertificadas, salinizadas, etc.)	TDEGRADADA
	70	Taxa unitária de terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária (pântanos, areais, pedreiras, etc.)	TINAPROPRI

Fonte: IBGE (2015) e PNUD (2015).

O algoritmo SKATER

Regionalização espacial é a partição de um conjunto de objetos geográficos contíguos, representados por uma área poligonal fechada, com variáveis associadas a estes objetos, e que satisfaçam as seguintes premissas: a) representem subconjuntos do conjunto original de objetos geográficos; b) os objetos geográficos desses subconjuntos devem ser contíguos; c) os objetos apresentem similaridades com relação aos valores das variáveis associadas; e d) objetos de regiões diferentes devem ser diferentes entre si com relação às variáveis associadas.

O algoritmo *Spatial 'K'cluster Analysis by Tree Edge Removal* (SKATER) – que se baseia na teoria dos grafos e na árvore geradora mínima – considera o mapa (conjunto de objetos geográficos contíguos) como um grafo, em que os nós representam os objetos e as arestas a relação de vizinhança (quando possuem uma fronteira comum, padrão-rainha). Esse grafo é, então, transformado numa Árvore Geradora Mínima (AGM), que será particionada iterativamente gerando a regionalização desejada.

Um grafo G é definido a partir de um conjunto de vértices V , um conjunto de arestas E e uma função $w: E \rightarrow P(V)$ que associa as arestas aos vértices do grafo. Um circuito num grafo é um caminho/trajeto que começa e acaba no mesmo vértice. Árvore é um grafo conexo que não contém circuitos. Árvore Geradora de um grafo G é um subgrafo que é uma árvore e que contém todos os nós de G , sendo que o número de arestas é igual ao número de nós menos um. O custo de um grafo é igual a soma dos custos das arestas. No caso deste estudo, o custo de uma aresta será a distância euclidiana entre os atributos dos objetos geográficos ligados a ela. Logo, a AGM é uma árvore geradora com custo mínimo, de forma que ao se eliminar uma aresta, geram-se dois grupos. O algoritmo SKATER gera a AGM por meio do algoritmo de Prim¹ (ASSUNÇÃO et al. 2002), conforme descrito a seguir:

¹O algoritmo de Prim é um algoritmo guloso que gera uma árvore geradora mínima a partir de um grafo conectado, não direcionado e com valores atribuídos a suas arestas. O nome do algoritmo é em homenagem ao matemático americano Robert Clay Prim.

Considere um grafo conexo $G(V,E)$ constituído de v nós e arestas.

Passo 1: tome qualquer nó v e faça $T_1=v$

Repete o passo 2 tanto quanto possível

Passo 2 (recursivo): dentre as arestas que unem um nó em T_k a um nó que não está em T_k , encontre aquela aresta e de menor custo. Se existir mais de uma aresta com essa propriedade, escolha uma delas arbitrariamente. A Árvore T_{k+1} é a árvore obtida adicionando essa aresta e seu nó terminal à T_k .

Após gerar a AGM, é necessário a sua poda para a formação dos grupos. O algoritmo SKATER usa uma medida de força f para cada aresta e da AGM, sendo $f_e = SQD_T - SQD_A$, em que SQD_T corresponde à soma dos quadrados dos desvios total e SQD_A à soma dos quadrados dos desvios dos dois grupos a e b gerados a partir da eliminação da aresta e , $SQD_A = SQD_a + SQD_b$. A partição da AGM segue os seguintes passos: 1) calcula-se todas as forças; 2) elimina-se sucessivamente as arestas da AGM que tiver maior força f_e ; e 3) repete-se o processo até atingir o número de grupos c , heurísticamente definido pelo pesquisador. Ao final, cada grupo corresponderá a uma sub-região homogênea e contígua e todo o mapa estará dividido em c sub-regiões. A qualidade Q da partição pode ser medida pela soma dos quadrados dos desvios de cada grupo. O cálculo de Q para a partição dos dados em c grupos e da soma dos quadros dos desvios SQD para um grupo qualquer k é realizado a partir das equações abaixo (ASSUNÇÃO et al., 2006).

$$Q(c) = \sum_{i=1}^c SQD_i,$$

$$SQD_k = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_k} (x_{ij} - x_j)^2,$$

em que m é o número de atributos em análise, n_k é o número de elementos do grupo k , x_{ij} é o valor do j -ésimo atributo do objeto espacial i , \bar{x}_j é a média do j -ésimo atributo para todos os objetos do grupo k .

Softwares utilizados

Foi usado o software R 3.2.1 32 bits para a manipulação dos dados e os pacotes `spdep`, `maptools`, `modeest` e `e1071` para a realização dos cálculos estatísticos e de regionalização. O software QGIS 2.6.0 foi usado para a elaboração dos mapas. Adiante, seguem trechos de código R usados para a manipulação dos dados e geração dos aglomerados espaciais, tomando-se como exemplo a regionalização espacial da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros de Sergipe. Na Figura 2, apresenta-se a AGM para essa região considerando as 70 variáveis selecionadas, já na Figura 3, tem-se a AGM particionada em três grupos e o produto final da regionalização. Os textos imediatamente após o símbolo `#` correspondem a comentários explicativos do código R, conforme apresentado a seguir:

```
#Pacotes R necessários
library(maptools)
library(spdep)
library(e1071)
library(modeest)

#Leitura da base de dados em formato shapefile
tc <- readShapePoly("TabuleirosCosteiros.shp")
#Seleção dos tabuleiros costeiros de Sergipe
tc <- tc[tc$UF == "SE",]
#Recuperação dos dados (70 variáveis)
dpad <- data.frame(tc@data[,83:153])
#Transformação dos dados para o formato numérico
for (i in 1:70) {dpad[,i] <- as.numeric( dpad[,i] )}
#Criação da matriz de vizinhança padrão-rainha
tc.nb <- poly2nb(tc)
#Cálculo dos custos das arestas
lcosts <- nbcosts(tc.nb, dpad)
#Criação da matriz de vizinhança ponderada,
nb.w <- nb2listw(tc.nb, lcosts, style="B")
#AGM para os Tabuleiros Costeiros de Sergipe
mst.tc <- mstree(nb.w,5)
```



```
# Código para geração da Figura 2
par(mar=c(0,0,0,0))
plot(mst.tc, coordinates(tc), col=2, cex.lab=.7, cex.
circles=0.035, fg="blue")
plot(tc, border=gray(.5), add=TRUE)
#Partição da AGM em 3 grupos, c = 3
res1 <- skater(mst.tc[,1:2], dpad, 2)
```

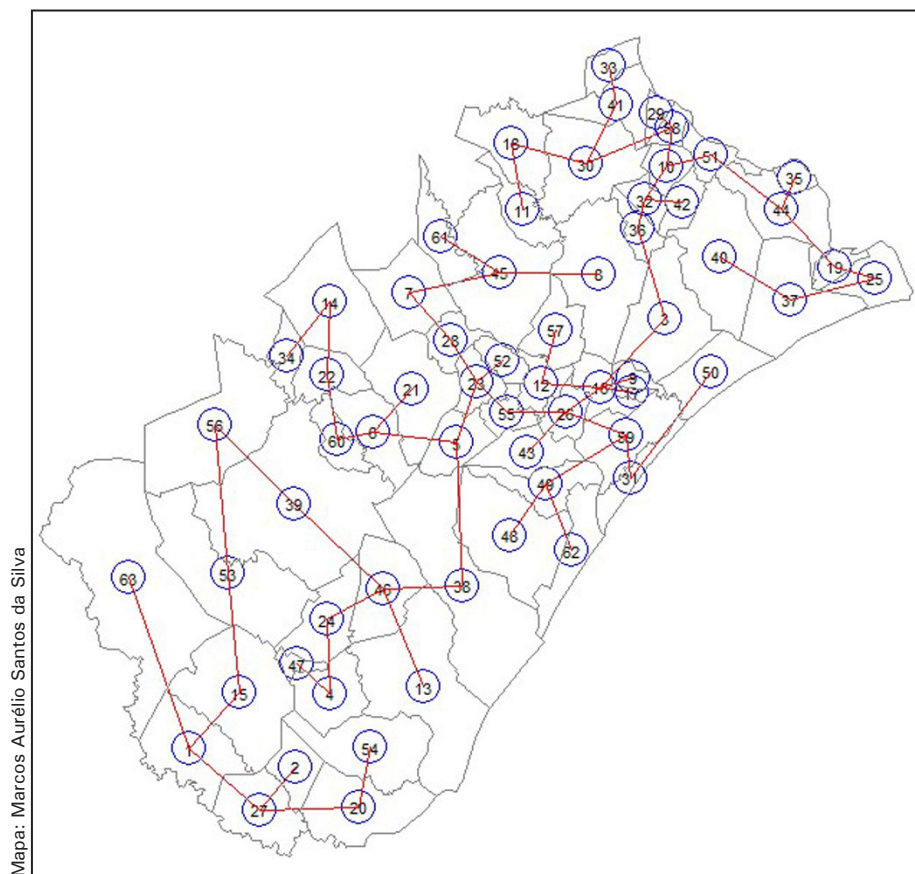
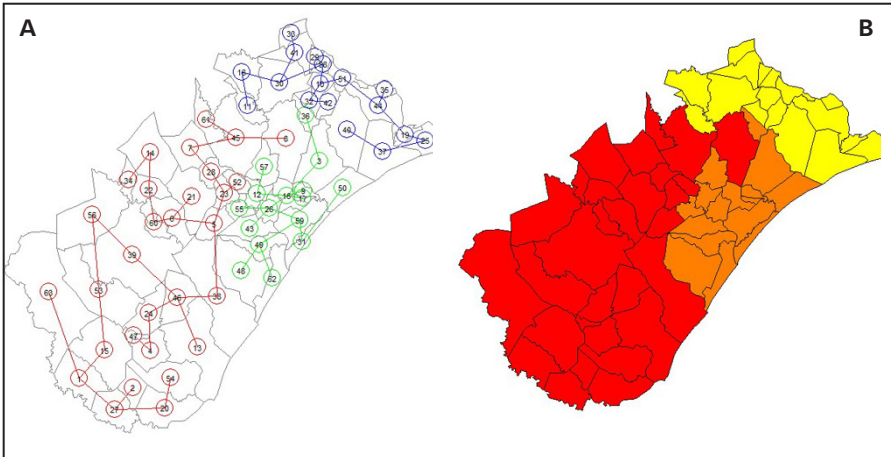


Figura 2. Árvore geradora mínima (AGM) para os municípios que compoem a área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Sergipe.

```
#Visualização do número de municípios por grupo
table(res1$groups)
  1  2  3
30 16 17
# Geração da Figura 3
plot(res1, coordinates(tc), cex.circles=0.035, cex.lab=.7)
plot(tc, border=gray(.5), add=TRUE)
plot(tc, col=heat.colors(length(res1$edg))[res1$groups])
```



Mapas: Marcos Aurélio Santos da Silva

Figura 3. Particionamento da árvore geradora mínima em três grupos de municípios distintos (A) para a área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Sergipe (B).

Resultados e Discussão

Descritores estatísticos das variáveis analisadas

Na Tabela 2, são apresentados os descritores estatísticos para as 70 variáveis estudadas. Mais de 25% das variáveis apresentaram coeficiente de variação (CV) acima de 100%, sendo que a maioria delas são originárias do censo agropecuário, com valores de curtose bem acima de zero e assimetria elevada e positiva. Destacam-se nesse conjunto, as taxas unitárias de: matas e/ou florestas - florestas plantadas com essências florestais (CV = 369,34%, Curtose = 367,51, Assimetria = 17,56); lavouras - área para cultivo de flores (inclusive hidroponia e plasticultura); viveiros de mudas, estufas de plantas e casas de vegetação (CV = 331,85%, Curtose = 61,68, Assimetria = 7,09); e atividade agropecuária e não-agropecuária (CV = 271,66%, Curtose = 76,62, Assimetria = 7,63). Observa-se, também, pelos valores dos quartis (Q1, Q2 e Q3), máximos (MAX) e mínimos (MIN), forte presença de valores muito acima ou abaixo das médias (atípicos).

Nove variáveis apresentaram CV menor que 10% (Expectativa de anos de estudo, Índice de Gini, IDHM, IDHM de Renda, IDHM de longevidade, Porcentagem da população em domicílios com coleta de lixo, Porcentagem da população em domicílios com energia elétrica, Probabilidade de sobrevivência até 40 anos, Probabilidade de sobrevivência até 60 anos), sendo que IDHM de Longevidade apresentou-se mais simétrica e Expectativa de anos de estudo revelou-se como a mais próxima de uma distribuição mesocúrtica. Não se observou a presença de valores atípicos para essas variáveis.

No aspecto condição do produtor, a variável Taxa unitária de proprietários apresentou a maior média (0,74), seguido de Ocupante (0,11), Produtor sem área (0,05), Assentado sem titulação definida (0,03), Arrendatário (0,03) e Parceiro (0,02). Com relação ao perfil do pessoal ocupado destacou-se a Taxa unitária daqueles que residiam no estabelecimento (0,53), seguido das Taxas unitárias daqueles que sabiam ler e escrever (0,40), recebiam salário (0,04), tinham qualificação profissional (0,02) e trabalhavam somente em atividades

não-agropecuárias (0,01). O aspecto tipo de atividade revelou que a Taxa unitária dos estabelecimentos agropecuários em que o produtor declarou ter atividade fora do estabelecimento (0,69) no ano de 2006 ficou bem acima das demais, enquanto 0,17 corresponde à média da Taxa unitária dos que não desenvolvem atividade agropecuária, 0,13 do que desenvolvem atividade agropecuária e apenas 0,01 para os que desenvolvem atividade agropecuária e não-agropecuária.

No aspecto uso da terra a variável que apresentou maior média para a taxa unitária foi lavouras temporárias (0,27), seguida das lavouras permanentes (0,21), construções, benfeitorias ou caminhos (0,13), pastagens naturais (0,12), pastagens plantadas em boas condições (0,07), matas e/ou florestas naturais (0,04), lavouras – área plantada com forrageiras para corte (0,03), matas e/ou florestas naturais destinadas à preservação (0,02), terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária (0,03), tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração de aquicultura (0,03), pastagens plantadas degradadas (0,01), sistemas agroflorestais (0,01), terras degradadas (0,005), matas e/ou florestas plantadas com essências florestais (0,002) e lavouras- área para cultivo de flores (0,001).

Tabela 2. Descritores estatísticos para as 70 variáveis analisadas na regionalização espacial dos municípios que compoem a área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo algoritmo SKATER.

Ord	Variável	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Curtose	Assimetria	Q1	Q2	Q3	Máxi.	Min.	CV
1	PRENDAAPRO	2,90	2,86	2,80	0,81	-0,06	0,39	2,30	2,86	3,43	6,12	1,05	28,01%
2	RAZAPOBRE	15,37	14,61	13,32	5,13	6,00	1,93	11,85	14,61	17,22	44,30	7,46	33,35%
3	THEIL	0,50	0,50	0,49	0,10	2,21	1,01	0,44	0,50	0,55	0,98	0,28	19,92%
4	GINI	0,52	0,51	0,51	0,05	0,97	0,63	0,48	0,51	0,54	0,71	0,40	9,20%
5	POCUFUND	41,09	39,63	40,82	10,69	0,58	0,79	33,64	39,63	47,18	77,53	16,99	26,02%
6	POCUMED	27,36	26,00	24,40	8,80	1,65	1,10	21,11	26,00	31,84	61,28	8,90	32,18%
7	POCUSUP	4,90	4,49	4,28	2,58	14,35	2,96	3,45	4,49	5,81	22,66	0,77	52,67%
8	PPOPAGUA	80,23	82,69	87,30	12,79	2,38	-1,26	74,02	82,69	89,32	99,71	17,04	15,94%
9	PPOPBANH	71,11	72,96	73,17	14,54	0,02	-0,54	61,16	72,96	81,56	98,52	14,51	20,45%
10	PPOPCOLE	93,49	95,74	97,76	7,01	5,37	-2,10	91,36	95,74	98,08	100,00	52,50	7,49%
11	PPOPENER	97,87	98,88	99,26	3,20	24,91	-4,22	97,72	98,88	99,45	100,00	67,02	3,27%
12	PPOPDEN2	33,62	33,50	34,09	6,43	-0,30	0,11	28,94	33,50	38,12	52,14	15,65	19,12%
13	POPRURAL	0,37	0,37	0,00	0,21	-0,76	0,17	0,21	0,37	0,53	0,92	0,00	55,53%
14	POPURBAN	0,63	0,63	1,00	0,21	-0,76	-0,17	0,47	0,63	0,79	1,00	0,08	33,09%
15	MORTLIDADE	26,23	25,20	25,00	6,10	0,29	0,66	22,10	25,20	29,60	46,80	14,35	23,26%
16	MORTATE5	28,22	27,24	26,67	6,79	0,39	0,53	23,92	27,24	31,93	50,94	11,92	24,06%
17	PROBBRE40	93,93	94,15	94,24	1,37	0,26	-0,61	93,17	94,15	94,84	96,80	89,35	1,46%
18	IDHM	0,60	0,59	0,59	0,05	1,25	0,88	0,57	0,59	0,62	0,77	0,49	7,74%
19	IDHMRENDA	0,58	0,57	0,57	0,05	3,30	1,39	0,55	0,57	0,60	0,80	0,47	8,29%
20	IDHMLONG	0,76	0,76	0,76	0,03	-0,21	-0,23	0,74	0,76	0,78	0,84	0,67	4,28%
21	IDHMEDU	0,50	0,49	0,48	0,07	0,04	0,55	0,44	0,49	0,54	0,73	0,32	14,06%
22	PROBBRE60	82,66	83,05	83,35	3,28	-0,15	-0,36	80,43	83,05	84,73	90,07	73,51	3,97%
23	FECUDIDADE	2,35	2,31	2,30	0,42	-0,07	0,36	2,06	2,31	2,62	3,68	1,35	17,71%
24	RAZAODEP	55,42	55,99	56,29	6,02	0,00	-0,30	51,79	55,99	59,35	71,50	36,61	10,87%
25	TENVELHE	7,52	7,34	7,18	1,79	-0,18	0,37	6,24	7,34	8,81	13,77	3,15	23,83%
26	TANALFA	7,10	6,66	5,13	3,14	1,22	0,96	4,71	6,66	8,82	22,08	1,30	44,30%
27	P8020MEDIO	24,66	23,68	22,90	8,43	0,10	0,54	18,78	23,68	29,49	52,50	3,08	34,17%
28	TANAF1517	4,91	4,55	4,14	2,18	1,54	0,95	3,28	4,55	6,09	16,90	0,81	44,34%
29	TANAF1824	7,46	7,11	6,62	3,20	0,31	0,59	5,31	7,11	9,37	20,01	1,32	42,90%
30	TANAF2529	13,42	12,85	11,95	6,00	-0,02	0,45	9,23	12,85	17,23	34,20	1,57	44,73%
31	TANA25MAIS	33,35	34,34	34,15	9,79	0,02	-0,53	28,22	34,34	40,08	54,15	4,69	29,36%
32	TANA15MAIS	26,08	26,79	26,79	7,61	0,04	-0,47	22,15	26,79	31,46	43,21	3,97	29,17%
33	TANA18MAIS	28,17	29,02	30,25	8,31	0,01	-0,48	23,85	29,02	33,94	46,13	4,12	29,49%
34	P1824FUNDA	57,43	56,76	56,18	9,51	-0,26	0,18	50,63	56,76	64,37	81,43	28,86	16,56%
35	P25MFUNDA	29,41	27,10	26,10	10,02	1,75	1,24	22,57	27,10	33,73	67,99	10,27	34,05%
36	P25MMEDIO	19,13	17,20	16,16	7,70	3,51	1,63	14,19	17,20	21,94	53,06	6,63	40,23%
37	P25MISSUPE	3,50	3,10	3,03	2,21	20,31	3,82	2,37	3,10	3,99	19,20	0,82	63,22%
38	EXPAESTUDO	8,84	8,90	8,93	0,78	0,06	-0,27	8,34	8,90	9,35	10,97	6,08	8,80%
39	PEXTOBRES	17,73	16,89	16,39	7,82	0,43	0,64	12,10	16,89	22,22	47,15	2,66	44,08%
40	PPOBRES	37,70	38,21	38,18	10,27	-0,08	-0,21	31,64	38,21	44,50	66,88	10,50	27,24%
41	PROPTARIO	0,74	0,78	0,87	0,20	0,07	-0,87	0,62	0,78	0,89	1,00	0,06	27,12%
42	ASSENTADO	0,05	0,01	0,00	0,09	11,31	3,15	0,00	0,01	0,05	0,64	0,00	195,89%
43	ARRETARIO	0,03	0,01	0,00	0,07	30,34	4,56	0,00	0,01	0,03	0,74	0,00	193,19%
44	PARCEIRO	0,02	0,01	0,00	0,04	19,60	3,98	0,00	0,01	0,02	0,35	0,00	196,53%
45	OCUPANTE	0,11	0,07	0,00	0,12	4,65	1,95	0,02	0,07	0,15	0,68	0,00	108,66%
46	PRODTERRA	0,05	0,01	0,00	0,09	11,81	3,10	0,00	0,01	0,05	0,70	0,00	175,17%
47	RESIDIAM	0,53	0,56	0,51	0,12	2,92	-1,37	0,49	0,56	0,60	0,92	0,01	23,36%
48	SABIAM	0,40	0,39	0,41	0,10	5,99	1,61	0,35	0,39	0,43	0,99	0,05	24,88%
49	RECEBIAM	0,04	0,02	0,02	0,05	23,49	3,92	0,01	0,02	0,05	0,48	0,00	120,25%
50	TINHAM	0,02	0,01	0,00	0,03	29,51	4,27	0,00	0,01	0,02	0,32	0,00	151,73%
51	TRABALHA	0,01	0,01	0,00	0,02	22,17	3,82	0,00	0,01	0,02	0,18	0,00	127,31%
52	AGRO	0,13	0,11	0,00	0,09	0,89	1,01	0,06	0,11	0,18	0,49	0,00	71,22%
53	NAOAGRO	0,17	0,14	0,17	0,11	9,76	2,36	0,11	0,14	0,21	1,00	0,00	62,34%
54	AGROAOAGRO	0,01	0,00	0,00	0,03	76,62	7,63	0,00	0,00	0,01	0,35	0,00	271,66%

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ord	Variável	Média	Mediana	Moda	Desvio Padrão	Curtose	Assimetria	Q1	Q2	Q3	Máxi.	Min.	CV
55	NAOTINHA	0,69	0,71	0,69	0,13	2,65	-1,09	0,62	0,71	0,77	1,00	0,00	18,73%
56	LAVPERM	0,21	0,20	0,25	0,13	0,35	0,67	0,11	0,20	0,29	0,71	0,00	61,75%
57	LAVTEMP	0,27	0,27	0,15	0,15	0,34	0,53	0,16	0,27	0,37	0,86	0,00	55,66%
58	LAVPLANT	0,03	0,02	0,00	0,03	4,79	1,90	0,01	0,02	0,05	0,22	0,00	103,94%
59	LAVFLOR	0,00	0,00	0,00	0,00	61,68	7,09	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	331,85%
60	PASTNAT	0,12	0,11	0,04	0,08	3,66	1,42	0,07	0,11	0,16	0,56	0,00	62,22%
61	PASTPLANT	0,02	0,01	0,00	0,02	6,67	2,23	0,00	0,01	0,03	0,13	0,00	112,27%
62	PASTBOA	0,07	0,04	0,00	0,07	4,73	1,94	0,01	0,04	0,10	0,52	0,00	109,80%
63	MATPRES	0,03	0,02	0,00	0,03	5,98	2,17	0,01	0,02	0,04	0,25	0,00	115,78%
64	MATNAT	0,04	0,03	0,00	0,04	9,28	2,49	0,01	0,03	0,06	0,34	0,00	104,81%
65	MATPLANT	0,00	0,00	0,00	0,01	367,51	17,56	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	369,34%
66	SAFS	0,01	0,01	0,00	0,02	12,02	2,88	0,00	0,01	0,02	0,13	0,00	124,89%
67	TANQUES	0,03	0,01	0,00	0,03	19,59	3,53	0,01	0,01	0,03	0,33	0,00	124,73%
68	CONSTR	0,13	0,12	0,00	0,08	1,55	0,91	0,06	0,12	0,18	0,56	0,00	65,72%
69	TDEGRADADA	0,01	0,00	0,00	0,01	64,55	6,49	0,00	0,00	0,01	0,13	0,00	173,59%
70	TINAPROPRI	0,03	0,02	0,00	0,03	7,00	2,18	0,01	0,02	0,04	0,19	0,00	94,60%

Regionalização espacial dos municípios dos Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER

Foram avaliadas quatro regionalizações, variando-se o número c de grupos, em que todas as 70 variáveis foram consideradas. Na Figura 4, estão ilustradas as quatro regionalizações.

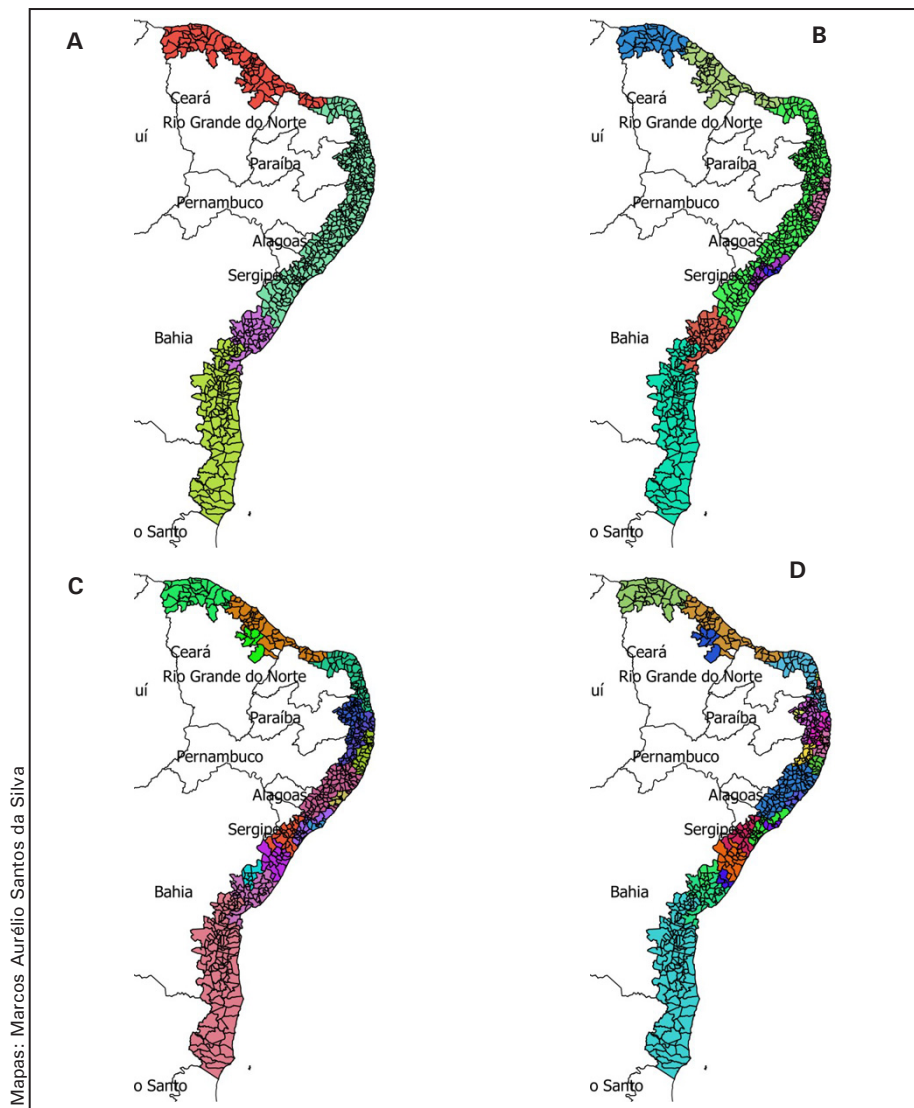


Figura 4. Regionalização espacial dos municípios que compõem a área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo algoritmo SKATER considerando-se $c = 4$ (A), $c = 8$ (B), $c = 16$ (C) e $c = 24$ (D), em que c é o número pré-definido de sub-regiões.

A regionalização para $c = 4$ é apresentada na Figura 4A, na qual se observam três grandes sub-áreas: 1) do sul da Bahia até o Município de Valença, BA; 2) de Valença até o Entre Rios, BA; 3) desta sub-região até o município de Galinhos, RN e 4) e de Galinhos até a divisa entre os estados do Ceará e Piauí. Na regionalização para $c = 8$, ilustrada na Figura 4B, percebe-se que a região que inclui todo o Tabuleiros Costeiros do Ceará se dividiu em duas, pequenos agregados homogêneos foram formados, com destaque para os litorais norte de Pernambuco, Sergipe e Alagoas, incluindo parte do Baixo São Francisco. Na Figura 4C, ilustra-se a regionalização para $c = 16$, em que surgem várias zonas homogêneas relativamente pequenas com destaque para a região citrícola entre Sergipe e Bahia e a região no entorno da capital Maceió-AL. Na Figura 4D, que representa a regionalização para $c = 24$, observa-se que houve uma maior subdivisão entre a Bahia e o extremo norte da Paraíba. Nota-se que a região sul da Bahia foi a única que permaneceu sem subdivisões em todas as regionalizações, sugerindo que se trata de uma área bastante homogênea para as variáveis analisadas.

Considerou-se como adequada a análise da regionalização com 16 grupos (Figura 5). Para essa regionalização os grupos com maior número de municípios associados são os seguintes: grupo 4 (105 municípios), que inclui quase todos os municípios do sul da Bahia até Valença-BA; grupo 11 (77 municípios), que corresponde a quase toda região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Alagoas; grupo 13 (62 municípios), que abrange quase todos os municípios do interior dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba, incluindo alguns fronteiriços de Pernambuco; grupo 14 (52 municípios), que cobre parte do litoral da Paraíba e quase todo Tabuleiros Costeiros do Rio Grande do Norte; grupo 3 (43 municípios), que vai do extremo norte do Rio Grande do Norte até Município de Paraipaba, CE, passando pela capital Fortaleza; e o grupo 1 (40 municípios), que inclui parte do litoral sul da Paraíba e segue em direção ao interior dos Tabuleiros Costeiros de Pernambuco até os municípios de Cupira e Belém de Maria, PE.

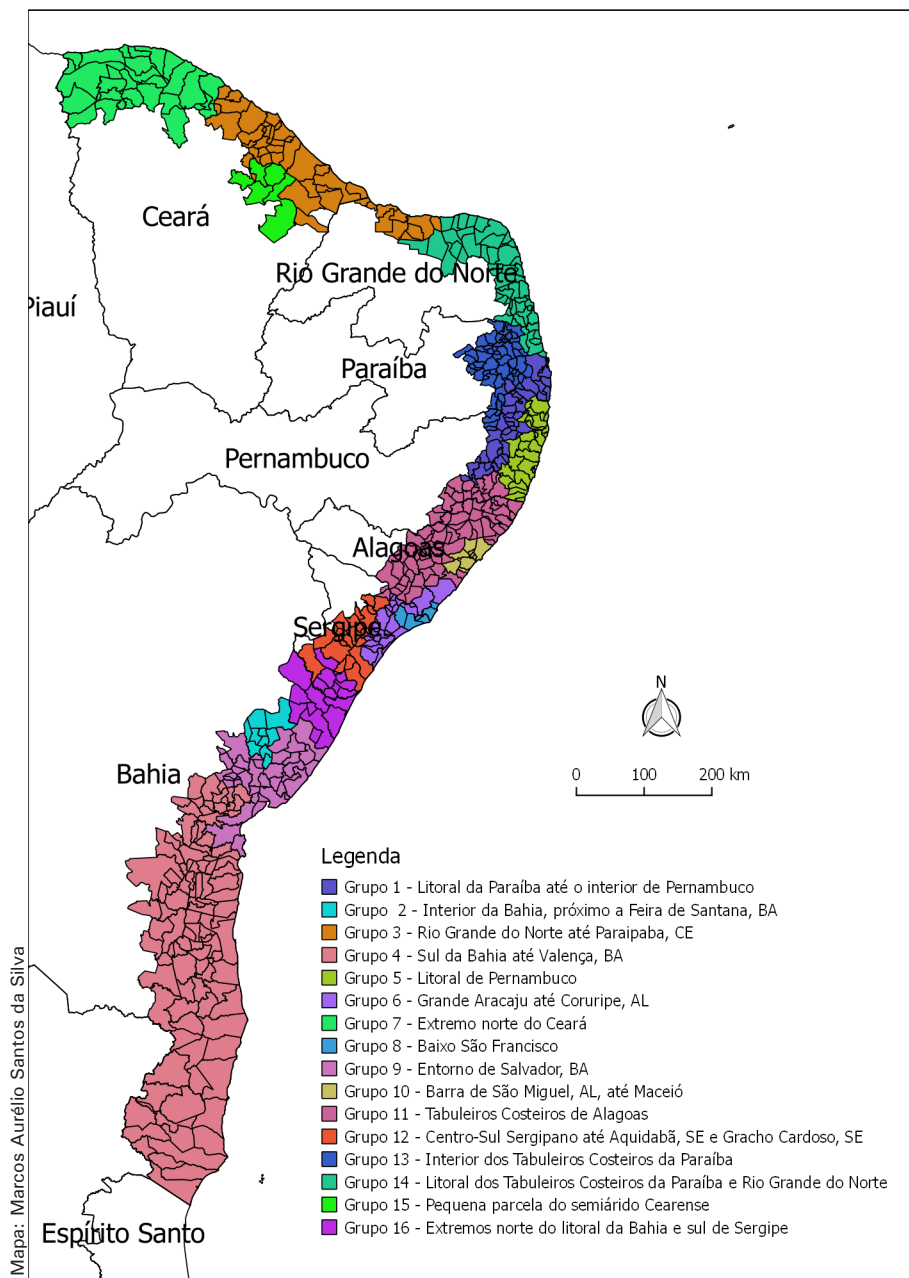


Figura 5. Regionalização da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER para $c = 16$.

Nos grupos com menor número de municípios destacam-se: grupo 15, com 5 municípios no semiárido cearense; grupo 8, com 6 municípios em torno da foz do São Francisco; grupo 10, com 9 municípios desde a Grande Aracaju, passando pelo litoral norte de Sergipe até Coruripe-AL; grupo 2, com 10 municípios no interior da Bahia próximo a Feira de Santana-BA. O litoral Pernambucano, incluindo a região metropolitana de Recife, forma o grupo 5, com 27 municípios; e a região de Salvador forma o grupo 9 com 36 municípios.

Para a caracterização dos dezesseis grupos, foram associadas a cada um deles as variáveis que apresentaram os maiores e menores valores das médias considerando-se todos os grupos (Tabela 3). Assim, tem-se que a região geográfica de abrangência do grupo 4 (sul da Bahia até Valença, BA) está associada às menores médias para o percentual da população em domicílios com energia elétrica e para a expectativa de anos de estudo; e às maiores médias para as Taxas unitárias de pastagens plantadas degradadas e de Lavouras temporárias. As demais caracterizações encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização dos 16 grupos, com *N* municípios cada um deles, a partir dos maiores e menores valores das médias das variáveis estudadas.

Grupo	Abrangência geográfica do grupo	N	Características
1	Litoral da Paraíba até o interior de Pernambuco	40	Menor média para taxa unitária de atividade agropecuária e não-agropecuária.
2	Interior da Bahia, próximo a Feira de Santana, BA	10	Menores médias para percentual dos ocupados com superior completo - 18 anos ou mais, percentual de 25 anos ou mais com superior completo, taxa unitária de lavouras permanente e de lavouras com área para cultivo de flores
3	Rio Grande do Norte até Paraipaba, CE	43	Maiores médias para IDHM Educação, percentual de 18 a 20 anos com ensino médio completo, percentual de 18 a 24 anos com ensino fundamental completo e para a taxa unitária de matas e/ou florestas plantadas com essências florestais
4	Sul da Bahia até Valença, BA	105	Menores médias para o percentual da população em domicílios com energia elétrica e para expectativa de anos de estudo. Maiores médias para as taxas unitárias de pastagens plantadas degradadas e de lavouras temporárias
5	Litoral de Pernambuco	27	Maiores médias para percentual dos ocupados com ensino médio completo - 18 anos ou mais, percentual da população em domicílios com energia elétrica, taxa unitária de assentados sem titulação definitiva e taxa unitária de ocupante. Menor média para taxa unitária de matas e/ou florestas - naturais (exclusive área de preservação permanente e as em sistemas agroflorestais)
6	Grande Aracaju até Coruripe, AL	27	Maiores médias para percentual dos ocupados com ensino superior completo - 18 anos ou mais e percentual da população em domicílios com água encanada. Menor média para a taxa unitária de parceiros
7	Extremo norte do Ceará	30	Maiores médias para razão 10% mais ricos / 40% mais pobres, índice de Theil - L, índice de Gini, percentual da população em domicílios com densidade > 2, expectativa de anos de estudo e percentual de extremamente pobres, taxa unitária de arrendatários, parceiros, daqueles que residiam no estabelecimento, de lavouras temporárias e de sistemas agroflorestais. Menores médias para taxas unitárias de proprietários, que recebiam salário, tinham qualificação profissional, trabalhavam somente em atividades não-agropecuárias, taxa unitária de pastagens naturais, de pastagens plantadas degradadas, de pastagens plantadas em boas condições e tanques
8	Baixo São Francisco	6	Maiores médias para mortalidade infantil, mortalidade até 5 anos de idade, taxa de fecundidade total, razão de dependência, taxa de analfabetismo - 11 a 14 anos, taxa de analfabetismo - 15 a 17 anos, taxa de analfabetismo - 18 a 24 anos, percentual de pobres, taxa unitária daqueles que sabiam ler e escrever e taxas unitárias de lavouras permanentes e tanques. Menores médias para a probabilidade de sobrevivência até 40 anos, IDHM, IDHM Renda, IDHM Longevidade, probabilidade de sobrevivência até 60 anos, taxas unitárias dos que residiam no estabelecimento, não tinham atividade econômica fora do estabelecimento, de lavouras com área plantada com forrageiras para corte e áreas construídas
9	Entorno de Salvador, BA	36	Maiores médias para o percentual dos ocupados com ensino fundamental completo - 18 anos ou mais, probabilidade de sobrevivência até 40 anos, IDHM, IDHM Renda, IDHM Longevidade, probabilidade de sobrevivência até 60 anos, percentual de 25 anos ou mais com fundamental completo e percentual de 25 anos ou mais com médio completo. Menores médias para mortalidade infantil, mortalidade até 5 anos de idade, taxa de fecundidade total, razão de dependência, taxa de analfabetismo - 11 a 14 anos, taxa de analfabetismo - 15 a 17 anos, taxa de analfabetismo - 25 a 29 anos, taxa de analfabetismo - 25 anos ou mais, taxa de analfabetismo - 15 anos ou mais e taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais
10	Barra de São Miguel, AL, até Maceió	9	Maiores médias para percentual da população em domicílios com banheiro e água encanada, taxa unitária de população urbana, percentual de 25 anos ou mais com superior completo e para seguintes taxas unitárias: produtores sem área, que recebiam salário, tinham qualificação profissional, que trabalhavam somente em atividades não-agropecuárias, e em atividades agropecuárias e não agropecuárias, lavouras para cultivo de flores, matas naturais com destino à preservação, construções, terras degradadas e terras inaproveitáveis. Menores médias para taxa unitária de população rural, taxa de envelhecimento, percentual de extremamente pobres, percentual de pobres e para as seguintes taxas unitárias: assentados sem titulação definitiva, ocupantes e sistemas agroflorestais
11	Tabuleiros Costeiros de Alagoas	77	Maiores médias para taxa de analfabetismo - 25 a 29 anos e taxa de analfabetismo - 25 anos ou mais. Menor média para percentual de 18 a 24 anos com ensino fundamental completo
12	Centro-Sul Sergipano até Aquidabã, SE e Gracho Cardoso, SE	23	Maiores médias para percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres, percentual da população em domicílios com coleta de lixo, taxa unitária de lavouras (área plantada com forrageiras para corte) e pastagens plantadas em boas condições. Menores médias para razão 10% mais ricos / 40% mais pobres, índice de Theil - L, índice de Gini e percentual da população em domicílios com densidade > 2, taxas unitárias de matas e/ou florestas - naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal, terras degradadas e terras inaproveitáveis

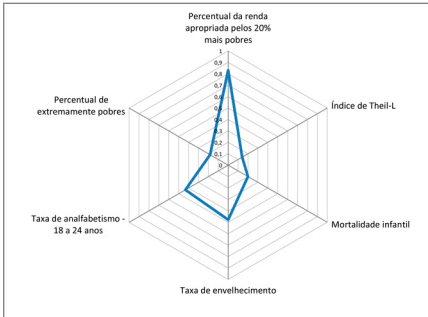
Continua...

Tabela 3. Continuação.

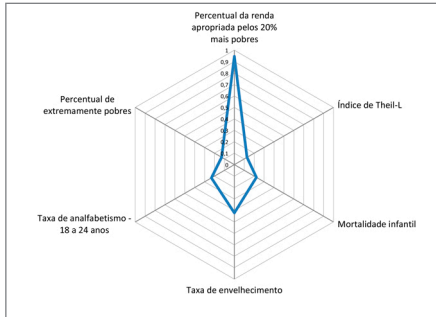
Grupo	Abrangência geográfica do grupo	N	Características
13	Interior dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba	62	Maiores médias para taxa de envelhecimento, taxa de analfabetismo - 15 anos ou mais e taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais. Menores médias para percentual de 25 anos ou mais com fundamental completo e percentual de 25 anos ou mais com ensino médio completo
14	Litoral dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba e Rio Grande do Norte	52	Maior média para taxa unitária de pastagens naturais
15	Pequena parcela do semiárido Cearense	5	Maiores médias para taxa unitária de população rural e para as seguintes taxas unitárias: não tinha atividade econômica fora do estabelecimento e matas naturais (exclusive área de preservação permanente e as em sistemas agroflorestais). Menores médias para percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres, percentual da população em domicílios com água encanada, percentual da população em domicílios com banheiro e água encanada, taxa unitária de população urbana e para as seguintes taxas unitárias: sabiam ler e escrever, principal atividade era a não agropecuária e matas e/ou florestas plantadas com essências florestais
16	Extremos norte do litoral da Bahia e sul de Sergipe	18	Menores médias para percentual dos ocupados com fundamental completo - 18 anos ou mais, para o percentual dos ocupados com médio completo - 18 anos ou mais, para o IDHM Educação, para percentual de 18 a 20 anos com ensino médio completo, para a taxa de analfabetismo - 18 a 24 anos e para a taxa unitária de arrendatários e de produtores sem área. Maiores médias para as taxas unitárias de proprietário e daqueles que desenvolvem somente atividades agropecuárias.

Para análise das diferenças dos seis grupos com maior quantidade de municípios (≥ 40 municípios), optou-se pela seleção de seis variáveis que apresentaram valores intermediários para o CV e que se aproximavam de distribuições mesocúrticas e com baixa assimetria (Índice de Theil – L, Mortalidade infantil, Taxa de envelhecimento, Percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres, Taxa de analfabetismo – 18 a 24 anos, Percentual de extremamente pobres) (Tabela 2).

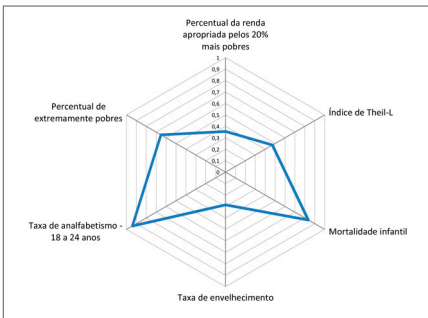
Na Figura 6, são apresentados os gráficos do tipo radar, com as médias dos grupos escalonadas entre 0 e 1, para os seis grupos com maior número de municípios associados. A análise dos gráficos radar indica que esses grupos se diferenciam com relação às variáveis selecionadas, sendo que: os grupos 1 e 3 revelaram padrões semelhantes, principalmente em relação ao maior percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres; o grupo 4 apresentou elevada taxa de envelhecimento; o grupo 11 mostrou valores elevados para as variáveis taxa de analfabetismo – 18 a 24 anos e mortalidade infantil e percentual de extremamente pobres; o grupo 13 apresentou a maior taxa de envelhecimento e uma elevada taxa de analfabetismo – 18 a 24 anos; e o grupo 14, valores intermediários para todas variáveis.



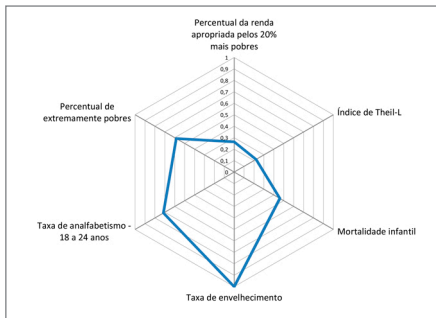
Grupo 1. Litoral da Paraíba até o interior de Pernambuco



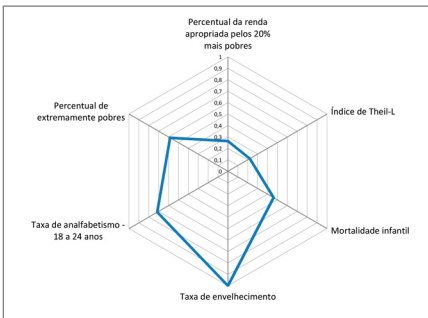
Grupo 3. Rio Grande do Norte até Paraipaba, CE



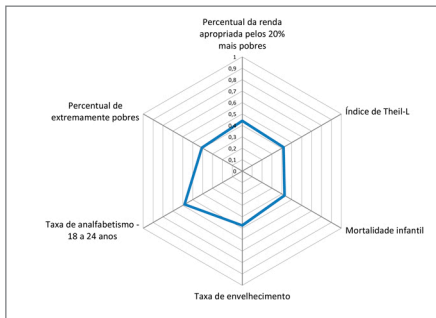
Grupo 4. Sul da Bahia até Valença, BA



Grupo 12. Tabuleiros Costeiros de Alagoas



Grupo 13. Interior dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba



Grupo 14 - Litoral dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba e Rio Grande do Norte

Figura 6. Gráfico radar comparativo entre os 16 grupos de municípios distintos gerados pelo algoritmo SKATER, para os seis grupos com maior número de município associados, considerando-se as variáveis percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres, índice de Theil-L, mortalidade infantil, taxa de envelhecimento, taxa de analfabetismo – 18 a 24 anos e percentual de extremamente pobres.

Conclusões

A partir da análise da regionalização espacial dos municípios por meio do algoritmo SKATER, é possível identificar a existência de agregados espaciais homogêneos, assim como zonas de variabilidade para os 570 municípios que compõe a área foco de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, com base nas 70 variáveis consideradas.

A regionalização indica que as características socioeconômicas dos estabelecimentos rurais geram agregados territoriais que não seguem as características edafoclimáticas dos municípios. Isso porque os municípios classificados como sendo da região semiárida apresentam características, para as variáveis analisadas, semelhantes aos municípios das zonas litorâneas e dos Tabuleiros Costeiros.

O sul da Bahia até a região próxima ao município de Valença, na Bahia, constitui a área mais homogênea da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Por fim, vale ressaltar que os grupos homogêneos não obedecem à divisão político-administrativa estadual e que, em um mesmo estado, há agregados espaciais com diferenças marcantes para as variáveis analisadas. Portanto, nesse ponto reside o maior interesse no referido algoritmo, uma vez que ele permite grande desempenho na análise e compartimentação espacial-estatística de grandes conjuntos de dados, com base em quaisquer grupos de variáveis de interesse.

Referências

ASSUNÇÃO, R. M.; LAGE, J. P.; REIS, E. A. Análise de conglomerados espaciais via Árvore Geradora Mínima. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 220, p. 7-24, 2002.

ASSUNÇÃO, R.M.; REIS, E.A.; CÂMARA, G.; FREITAS, C. da C. Efficient regionalization techniques for sócio-economic geographical units using minimum spanning trees. **International Journal of Geographical Information Science**, Danvers, USA, v. 20, n. 7, p. 797-811, 2006.

BAÇÃO, F.; LOBO, V.; PAINHO, M. The self-organizing map, the GeoSOM, and relevant variants for geosciences. **Computers & Geosciences**, Tarrytown, USA, v. 31, p. 155-163, 2005.

HENRIQUES, R.; BAÇÃO, F.; LOBO, V. Exploratory geospatial data analysis using the GeoSOM suite. **Computers, Environment and Urban Systems**, North Carolina, USA, v. 36, p. 218-232, 2012.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA)**. 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

MATTEO, M.; VASCONCELOS, R.; MATTEO, K. de; FREIRE, N. O Brasil em perspectiva territorial: regionalizações como uma estratégia do desenvolvimento emergente. In: BOUERI, R.; COSTA, M. A. (Ed.). **Brasil em desenvolvimento 2013: estado, planejamento e políticas públicas**. Brasília, DF: Ipea, 2013. v. 1, p. 49-87.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do desenvolvimento humano**. 2015. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/>>. Acesso em: 10 out. 2015.

SAQUET, M. A. **Abordagens de concepções de território**. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2010.

SILVA, M. A. S. ; SIQUEIRA, E. R. de; TEIXEIRA, O. A. Abordagem conexcionista para análise espacial exploratória de dados socioeconômicos de territórios rurais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 48, p. 429-446, 2010.

SILVA, M. A. S.; SIQUEIRA, E. R. de; TEIXEIRA, O. A.; MANOS, M. G. L.; MONTEIRO, A. M. V. Using Self-Organizing Maps for Rural Territorial Typology. In: PRADO, H. A. do; LUIZ, A. J. B.; CHAIB FILHO, H. (Org.). **Computational methods for agricultural research: advances and applications**. Hershey: Information Science Reference, 2011. p. 107-126.

SILVA, M. A. S. O território como um sistema social complexo. In: FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M.; TÓVOLI, M. H. (Org.). **Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2015. v. 1, p. 403-436.



Tabuleiros Costeiros

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

